

**Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) Pada AA-7075 dengan Fe
Menggunakan Variasi *Feedrate* 30 mm/menit, 40 mm/menit, dan 50 mm/menit**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan program studi Strata 1 pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh:

KARTIKO EDY WARATAMA

D 200 160 253

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING (FSW)* PADA AA-7075

DENGAN Fe MENGGUNAKAN VARIASI *FEEDRATE* 30 ^{mm}/menit , 40

^{mm}/menit, DAN 50 ^{mm}/menit

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

KARTIKO EDY WARATAMA

D200 16 0253

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M.T.

NIK. 578

HALAMAN PENGESAHAN

**Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) Pada AA-7075 dengan
Fe Menggunakan Variasi *Feedrate* 30 ^{mm}/menit, 40 ^{mm}/menit, dan 50 ^{mm}/menit**

Oleh:

KARTIKO EDY WARATAMA

D200 16 0253

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

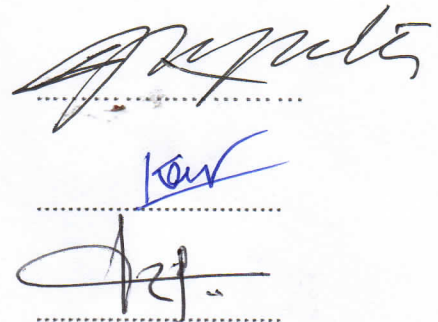
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada Hari Kamis, 5 April 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Bibit Sugito, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Masyrukan, M.T.
(Sekertaris Dewan Penguji)
3. Supriyono, ST., M.T., Ph.D.
(Anggota Dewan Penguji)



Dekan,



H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 10 Maret 2018



KARTIKO EDY WARATAMA
NIM. D200 16 0253

**Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) Pada AA-7075 dengan Fe
Menggunakan Variasi *Feedrate* 30 mm/menit, 40 mm/menit, dan 50 mm/menit**

ABSTRAK

Friction Stir Welding (FSW) adalah salah satu dari metode (SSW). Proses pengelasan memanfaatkan panas akibat putaran dari *tool* yang bergesekan dengan logam induk di bawah tekanan aksial yang besar pada daerah pengelasan. Digunakan untuk menyambung material yang sulit dilas pada *fussion welding*. Parameter yang digunakan pada (FSW) adalah rpm, feed rate, kekuatan probe, dan desain probe. Pada penelitian (FSW) ini dilakukan pada mesin *milling*. Material yang digunakan Aluminium 7075 dengan Fe. Dimensi tebal 3 mm menggunakan jenis sambungan *butt joint* dengan sudut 3°. Variasi *feed rate* yang digunakan 30 mm/menit, 40 mm/menit, dan 50 mm/menit. Dari pengelasan material Aluminium 7075 didapatkan hasil bahwa pengelasan dengan *feed rate* 40 mm/menit mendapatkan hasil paling baik. Nilai kekerasan rata-rata 190,886 HVN, kekuatan tarik rata-rata 30,88 Mpa. Lebih baik dibanding pengelasan dengan *feed rate* 30 mm/menit dan 50 mm/menit. Secara berturut nilai kekerasan rata-rata sebesar 177,678 HVN dan 190,546 HVN. Sedangkan kekuatan tarik rata-rata secara berturut adalah 6,99 Mpa dan 17,80 Mpa. Hasil struktur mikro menunjukkan *grain growth* pada bagian HAZ. Pada bagian *weld nugget* menunjukkan tampilan struktur mikro kecil dan rapat.

Kata kunci: FSW, *feed rate*, sifat mekanis, kekuatan tarik, nilai kekerasan.

ABSTRACT

Friction Stir Welding (FSW) is one of the (SSW) methods. The welding process utilizes heat due to rotation of the tool which rubs against the base metal under large axial pressure at the welding area. Used to connecting hard welded material with fusion welding. The parameters used in (FSW) are rpm, feed rate, probe power, and probe design. In this research, (FSW) is done on milling machine. Material used by Aluminium 7075 with Fe. 3 mm thick dimension using a connection type butt joint with angle 3°. Variations of feed rate used 30 mm / min, 40 mm / min, and 50 mm / min. From material welding Aluminium 7075 got result that welding with feed rate 40 mm / minute getting best result. The average hardness value is 190,886 HVN, the average tensile strength is 30,88 Mpa. Better than welding with feed rate 30 mm / min and 50 mm / minute. Successively, the mean hardness value was 177,678 HVN and 190,546 HVN. While the mean tensile strengths are 6.99 Mpa and 17,80 Mpa. The microstructure results show grain growth in the HAZ section. In the weld nugget section shows a small and tight microstructure view.

Keywords: FSW, feed rate, mechanical properties, tensile strength, hardness value.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi pengerjaan logam menuntut adanya peningkatan dari segi desain dan rancangan struktur yang ringan dan kuat. Struktur seperti ini banyak dibutuhkan pada industri otomotif, kedirgantaraan dan perkapalan. Pengelasan berdasarkan definisi Deutsche Industri Normen (DIN) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Proses pengelasan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: *Fusion Welding* (LSW) dan *Solid State Welding* (SSW). LSW adalah proses pengelasan logam dengan cara mencairkan logam tersebut terlebih dahulu, sedangkan SSW merupakan proses pengelasan logam yang dilakukan pada kondisi padat atau logam tidak mencapai titik leburnya pada saat tersambung.

Salah satu metode SSW adalah *Friction Stir Welding* (FSW), yaitu proses pengelasan dengan memanfaatkan panas yang timbul akibat putaran dari tool yang bergesekan dengan logam induk di bawah tekanan aksial yang besar pada daerah pengelasan. *Friction Stir Welding* (FSW) adalah suatu proses pengelasan baru yang ditemukan di TWI (*The Welding Institute*) oleh Wayne Thomas tahun 1991.

Pengelasan FSW sering diaplikasikan pada logam aluminium atau pada *dissimilar* logam. Kelemahan saat proses pengelasan FSW terjadi pada sambungan lasan yang mengalami pelunakan dan penurunan tegangan tarik akibat proses rekristalisasi di *nugget zone* selama proses pengelasan berlangsung (Mujahidin, 2013).

Pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) harus memerhatikan beberapa parameter, seperti : putaran *tool* (rotational speed), kecepatan pengelasan (*welding speed*), kedalaman penetrasi tool (*tool deep plunge*), sudut kemiringan tool terhadap benda kerja, dan bentuk / profil dari pin (Rajakumar, dkk, 2012). Pemilihan parameter FSW yang tepat, maka didapatkan kekuatan sambungan akan meningkat dan cacat pengelasan dapat diminimalkan.

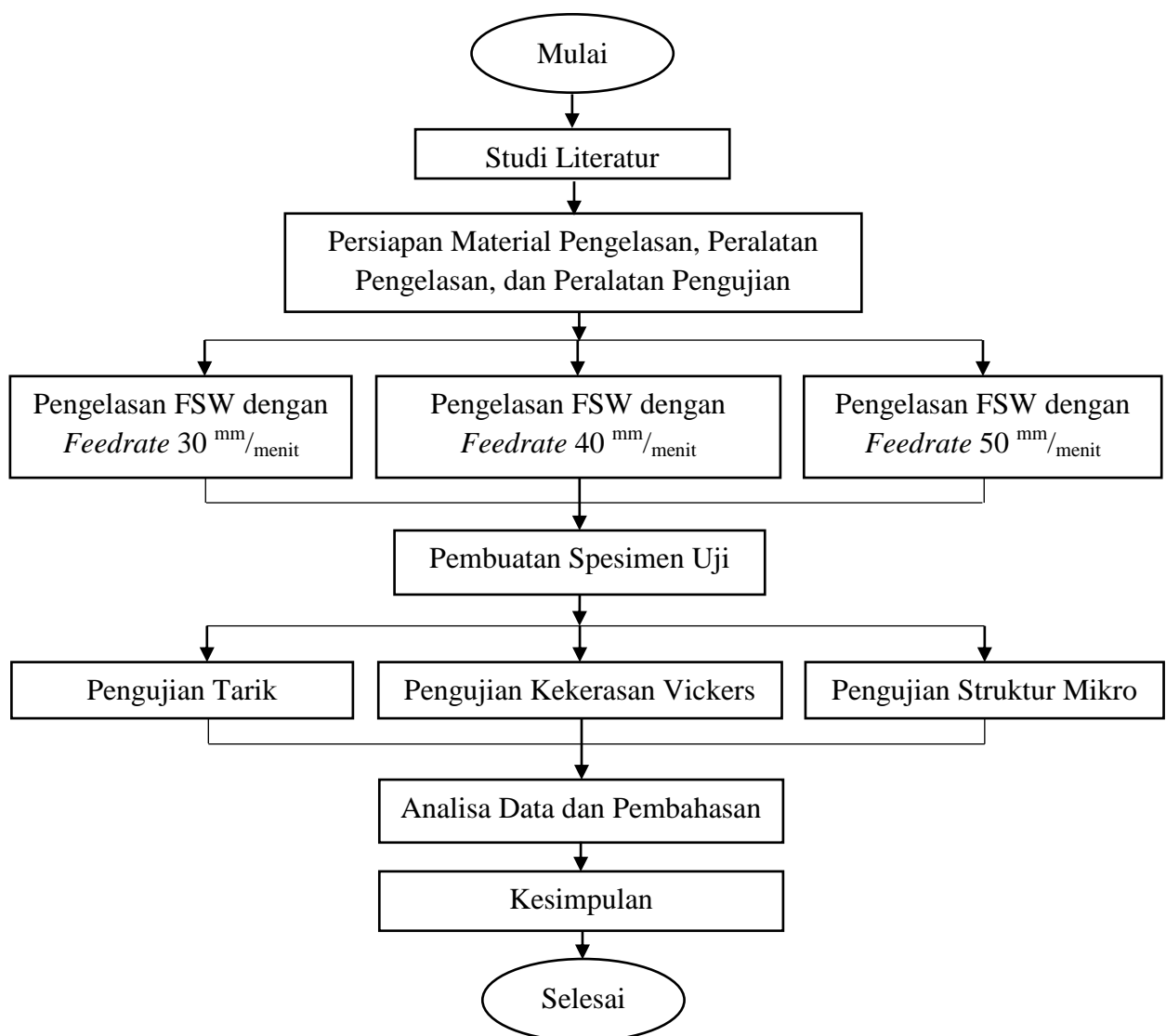
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hasil FSW pada sambungan *dissimilar* logam tanpa penambahan perlakuan panas terhadap kekuatan tarik, kekuatan kekerasan, dan struktur mikro hasil FSW. Dari penelitian

ini, penulis berharap akan mendapat kesimpulan mengenai sifat mekanik dan struktur mikro pengelasan FSW material AA 7075 dengan Fe.

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, telah disusun beberapa tahapan yang dijelaskan melalui diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1. Bahan Penelitian



Gambar 2. AA-7075



Gambar 3. Fe

2.2.2. Alat Penelitian



Gambar 4. PIN



Gambar 5. Termokopel



Gambar 6. *Caliper*



Gambar 7. Mesin *milling*



Gambar 8. Gergaji



Gambar 9. Kikir



Gambar 10. Alat Uji Tarik



Gambar 11. Alat Uji Kekerasan



Gambar 12. Alat Uji Struktur Mikro

2.3. Proses Pengelasan FSW

Proses pengelasan dilakukan menggunakan mesin *milling* universal dengan *merk* Acirea AS-1. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah kecepatan putaran *tool* 1500 rpm, dengan variasi *feedrate* 30 mm/menit, 40 mm/menit, dan 50 mm/menit dan kemiringan *tool* (*tilt angel*) sebesar 3° terhadap sumbu x mengarah ke arah las-lasan.

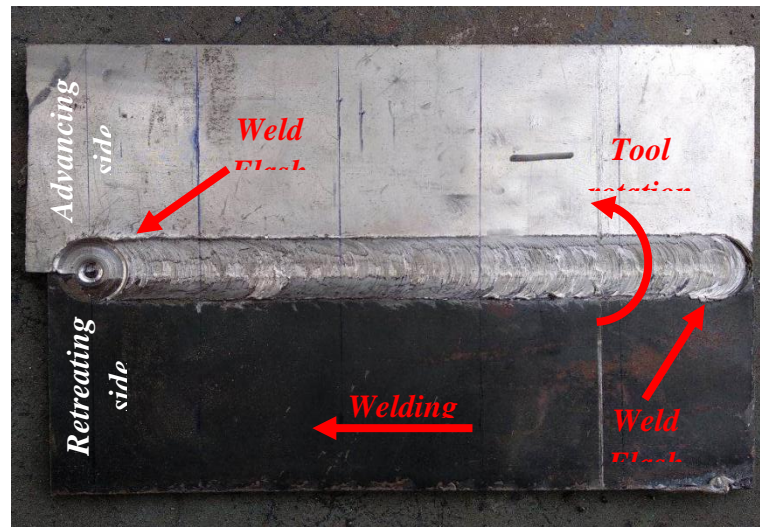
Pelat aluminium paduan seri AA 1100 diletakkan pada sisi *advancing*, sedangkan pelat Fe diletakkan pada sisi *retreating*. Pengelasan dilakukan pada sisi 150 mm dengan tipe sambungan tumpul (*butt joint*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengelasan

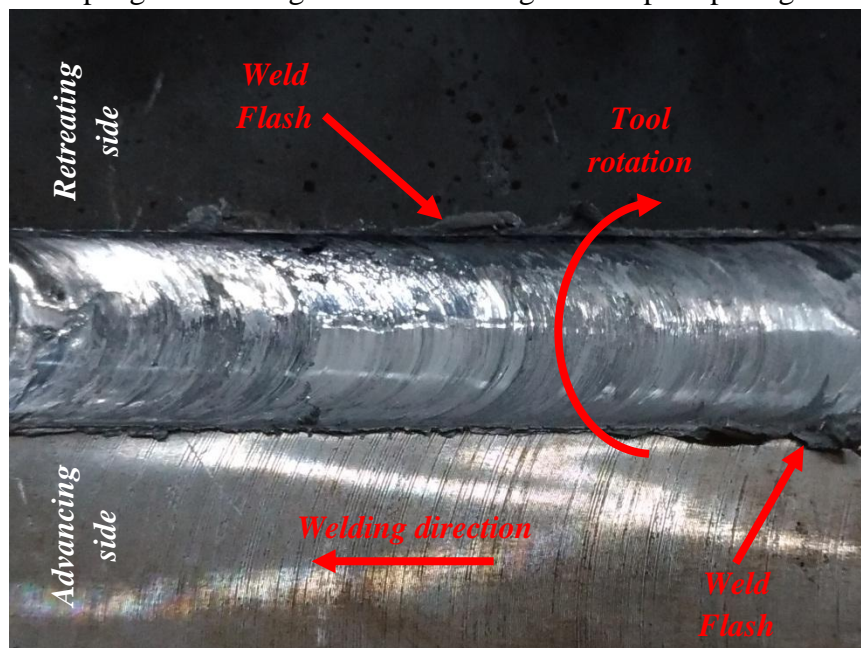
Pada penelitian ini, menggunakan mesin *milling* universal dengan *merk* Acirea AS-1 dan parameter yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan mesin. Pengelasan dilakukan pada 3 variasi *feedrate*, yaitu: 30 mm/menit, 40 mm/menit, dan 50 mm/menit. AA 7075 dapat menyatu dengan Fe dikarenakan perbedaan titik lebur material. Pemakanan oleh *tool* pada AA 7075 sebagai *advancing side* yang melapisi bagian Fe pada *retreating side*. Untuk hasil setiap proses pengelasan akan dijelaskan sebagai berikut:

Proses pengelasan menghasilkan sambungan las seperti pada gambar 13



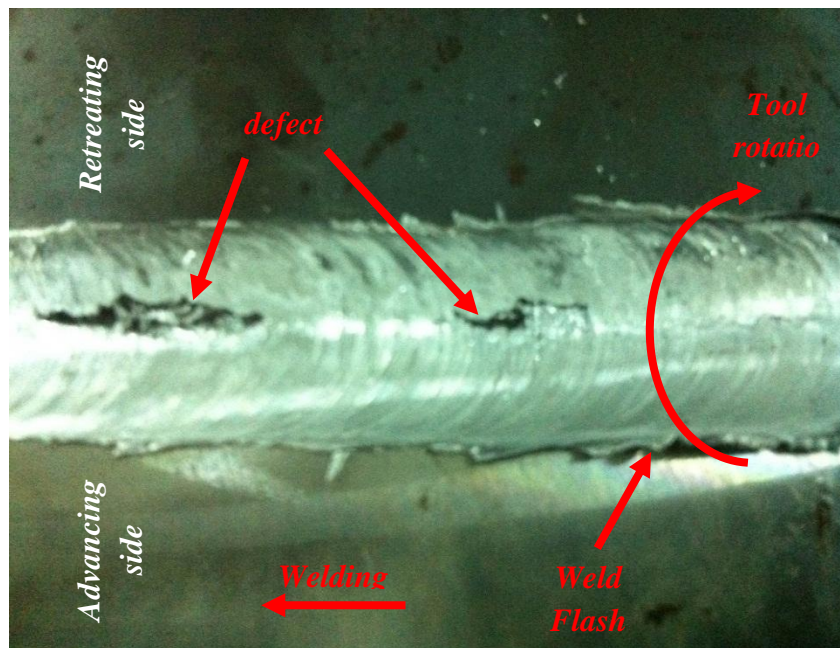
Gambar 13. Hasil pengelasan pada *feedrate* 30 mm/menit

Proses pengelasan menghasilkan sambungan las seperti pada gambar 14



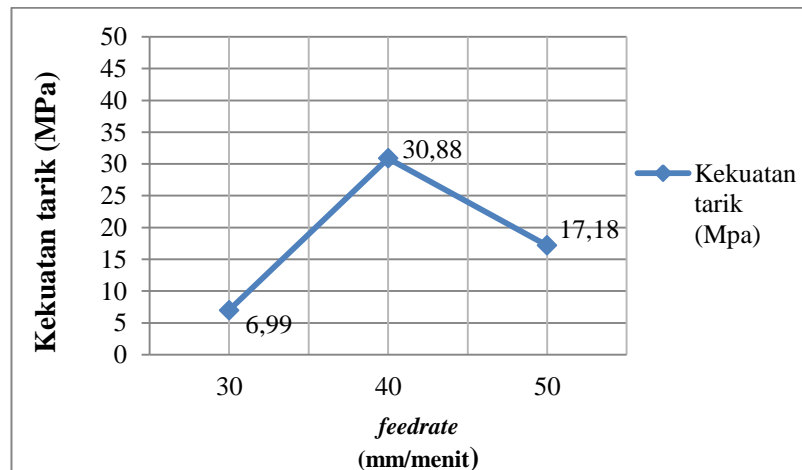
Gambar 14. Hasil pengelasan pada *feedrate* 40 mm/min

Proses pengelasan menghasilkan sambungan las seperti pada gambar 15



Gambar 15. Hasil pengelasan pada *feedrate* 50 mm/min

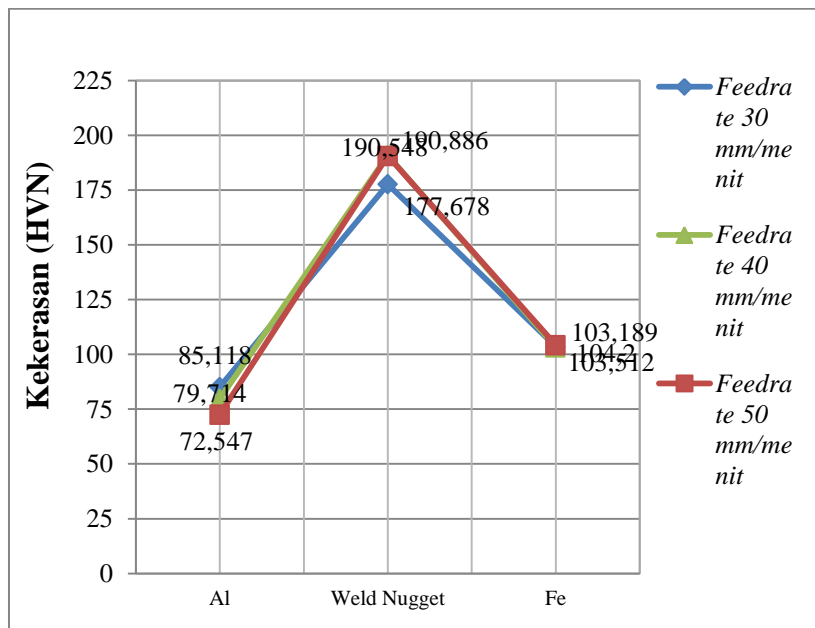
3.2 Pembahasan Pengujian Tarik



Gambar 16. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan *feedrate*

Dari grafik pengujian tarik menunjukkan bahwa kekuatan tarik pada setiap *feedrate* memiliki hasil yang berbeda-beda dikarenakan beberapa faktor, yaitu temperatur pengelasan dan lamanya proses pengadukan yang terjadi pada proses pengelasan.

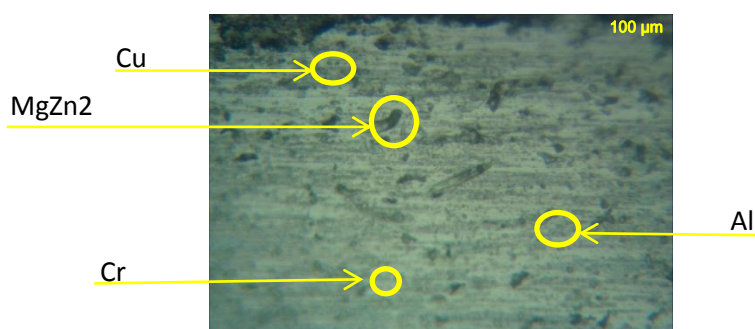
3.3 Pembahasan Pengujian Kekerasan



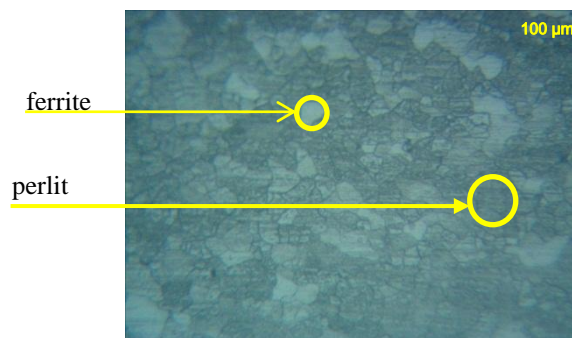
Gambar 17. Nilai kekerasan rata-rata pada setiap bagian spesimen

Dari grafik pengujian kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada setiap *feedrate* memiliki hasil yang berbeda-beda dikarenakan senyawa IMC yang terbentuk karena pencampuran antara partikel Al dengan Fe yang disebabkan oleh adukan *tool*. Hal ini menyebabkan pada bagian *weld nugget* lebih keras dibandingkan *base metal* Aluminium.

3.4 Analisa Struktur Mikro



Gambar 18. Struktur mikro pada *base metal* Aluminium



Gambar 19. Struktur mikro pada *base metal* Fe



Gambar 20. Struktur mikro pada *weld nugget*

Hasil foto pada daerah AA 7075 terdapat fasa $MgZn_2$, Cu, Cr, dan Al sebagai unsur utamanya. Pada Fe terlihat fasa *perlite* yang lebih mendominasi dibanding fasa *ferrite*. Pada bagian *weld nugget* terlihat fasa $FeCrAl_3$, CrAl, dan $MgZn_2AlCu$. Pada daerah HAZ mengalami *grain growth* akibat temperatur yang diterima, sedangkan pada *weld nugget* menunjukkan tampilan struktur mikro yang kecil dan rapat. *Feedrate* tidak secara signifikan mempengaruhi ukuran butiran.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *feeding speed* mempengaruhi sifat mekanik dari hasil pengelasan, Kekuatan tarik rata-rata tertinggi pada feedrate 40 mm/menit sebesar 30,88 Mpa, Nilai kekerasan rata-rata material

tertinggi pada feedrate 40 mm/menit sebesar 190,886 HVN, Hasil Pengamatan terhadap struktur mikro menunjukkan *feeding speed* mempengaruhi struktur mikro sambungan las antara AA7075 dengan Fe SS400. Reaksi antara Fe-Al menghasilkan senyawa *intermetallic* Fe_xAl_y . Hasil foto pada daerah *base metal* dan *weld nugget* menghasilkan tampilan yang berbeda. Pada daerah HAZ mengalami *grain growth* akibat temperatur yang diterima. Pada *weld nugget* menunjukkan tampilan struktur mikro yang kecil dan rapat. *Feeding speed* tidak secara signifikan mempengaruhi ukuran butiran.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengelasan FSW yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal antara lain: Menggunakan mesin dan alat khusus untuk pengelasan FSW, Mempelajari lebih detail tentang pemilihan material *tool*, Melakukan pemilihan atau penentuan parameter pengelasan yang tepat supaya waktu pengelasan lebih cepat tetapi memperoleh hasil yang tetap baik.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Metals Handbook Committee, 2004, *Welding, Brazing, and Soldering*, Volume 06, ASM International, The Materials Information Company.
- American Society for Metals Handbook Committee, 2004, *Metallography and Microstructures*, Volume 09, ASM International, The Materials Information Company.
- Connor, Leonard P. 1987. *Welding Technology*. Miami : American Welding Society.
- DebRoy, T. and Bhadeshia, H. K. D. H., 2010, *Friction stir welding of dissimilar alloys*, Institute of Materials, Minerals and Mining : Maney.
- Duke, Mystica Augustine Michael, 2014, *Friction Stir Welding Of Steel*, Anna university : India.
- Hsieh, Ming-Jer, 2016, *Friction Stir Spot Fusion Welding of Low-Carbon Steel to Aluminum Alloy*, National Sun Yat-Sen University : Taiwan.

- Hussein, Sadiq Aziz, Tahir, Abd Salam Md, Bakar, Md Hadzley B.A., 2015, *Characteristics of Aluminum-to-Steel Joint Made by Friction Stir Welding*, University Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) : Malaysia.
- Lohwazer, Daniel dan Zhan Chen. 2010. *Friction Stir Welding*. India : Replika Press Pvt Ltd.
- Mishra, Rajiv S dan Mahoney, Murray W. 2007. *Friction Stir Welding and Processing*. ASM Internasional.
- Oates, William R. 1996. *Materials and Applications*. Miami : American Welding Society.
- Pourali, Masoumeh, Zadeh, Amir Abdollah, dkk, 2017, *Influence of welding parameters on intermetallic compounds formation in dissimilar steel/aluminum friction stir welds*, Tarbiat Modares University and Sahand University of Technology : Iran.
- Prased. B. Lakshmana, G. Neelaiah, 2017, *Joining of AZ91 Mg alloy and Al6063 alloy sheets by friction stir welding*, Rajiv Gandhi University of Knowledge Technologies: India.
- Pratama, Madya Rimba. 2015. *Analisa Hasil Pengelasan dengan Metode Friction Stir Welding menggunakan Probe yang Telah di Hardening dan yang Tidak di Hardening*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Rahayu, Deden. 2012. *Analisa Proses Friction Stir Welding (FSW) pada Plat Tipis Aluminium*. Depok: Universitas Indonesia.
- Reddy. B. Supraja, Reddy, DR. B.Ram Gopal, 2010, *Effect of Tool Geometry and Process Parameters on Mechanical Properties and Micro Structure of Various dissimilar Aluminium Alloys Welded by Friction Stir Welding*, VRSiddhartha Engineering College and RVR&JC College of Engineering : India
- Sugito, B., Anggono, A. D., Prasetyana, D., 2016, “*Pengaruh Kedalaman Pin (Depth Plunge) Terhadap Kekuatan Sambungan Las pada Pengelasan Gesek AL 5083*”.
- Surdia, Tata dan Saito, Shinroku. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT.Pradya Paramita.

- Tim Pengajar Bahan Teknik. 2011. *Materi Pembelajaran Mata Kuliah Bahan Teknik I*. Yogyakarta : Sekolah Vokasi.
- Wiryosumarto, Harsono dan Okumura,Toshie. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradya Paramita.